ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE ENTORNO DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO (RJ)

Tatiane da Cruz SILVA [1]
Gisele Cristina Augusto de SOUZA [2]
Humberto Camelo de FREITAS[3]
Carla Maciel SALGADO[4]

RESUMO

A precipitação pode ser considerada uma das variáveis climáticas mais importantes na análise regional, pois longos períodos de estiagem ou excesso de chuva acabam interferindo em diferentes atividades do homem. Na região do município de São Gonçalo (leste da Região Metropolitana do Rio de Janeiro), chuvas mais intensas freqüentemente resultam em episódios de enchentes, atingindo vários bairros e desabrigando um número considerável de pessoas. No intuito de contribuir para o melhor entendimento dos episódios de enchentes, o presente trabalho objetiva caracterizar a precipitação numa perspectiva espaço-temporal, a partir de séries históricas de estações pluviométricas situadas no entorno de São Gonçalo (RJ). A investigação realizada integra, ainda, um conjunto de ações para sistematizar dados sobre a referida região, atualmente com expressiva escassez de análises sobre o meio físico e suas relações com o processo de urbanização desordenado.
As análises foram realizadas a partir de dados diários de séries históricas que abrangem o período de 1968 a 2002. As seis estações pluviométricas inicialmente usadas são operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-Serviço Geológico do Brasil (CPRM-SGB), situando-se nos municípios de Maricá, Magé e Cachoeiras de Macacu, em altitudes que variam de 0 a 275m. Devido à inexistência de estações pluviométricas com séries históricas longas no município de São Gonçalo, optou-se por selecionar estações próximas às áreas de nascentes de algumas bacias hidrográficas que convergem para São Gonçalo e/ou para seu entorno.
As análises efetuadas foram: a) variação da pluviosidade anual de cada estação pluviométrica ao longo da série histórica; b) cálculo do desvio da precipitação anual em relação à média do período; c) seleção de anos-padrão positivos (totais pluviométricos anuais acima da média histórica) e negativos (totais pluviométricos abaixo da média histórica); d) cálculo da freqüência de classes de chuva diária, adotando-se as classes recomendadas pelo INMET (0,01-2,5mm, 2,5-5mm, 5-10mm, 10-15mm, 15-25mm, 25-50mm, 50-100mm e >100mm).
A análise da pluviosidade anual ao longo da série histórica permitiu identificar 3 períodos distintos: 1968 a 1980 com precipitação reduzida em praticamente todas as estações, 1981 a 1996 com precipitação relativamente elevada e 1997 a 2002 com valores de precipitação semelhantes ao do primeiro período. Os resultados do cálculo do desvio da pluviosidade anual em relação à média do período também evidenciaram, de forma marcante, tal variação temporal. Os desvios negativos foram mais acentuados do que os desvios positivos. Foi observado, ainda, uma grande variação espacial da precipitação, pois duas estações (situadas nas áreas de maior altitude) apresentaram valores de precipitação anual bem superiores às demais – médias de 2358mm e 2400mm, enquanto as outras médias variaram entre 1316 e 2058mm. A freqüência de classes de chuva consideradas fortes (acima de 25mm/24h) foi maior nas estações de elevada pluviosidade.

[1] UERJ, Faculdade de Formação de Professores, Depto. de Geografia; thatiane.cruz@gmail.com.
[2] UERJ, Faculdade de Formação de Professores, Depto. de Geografia; bolsista PIBIC/UERJ
[3] UERJ, Faculdade de Formação de Professores, Depto. de Geografia; bolsista de Estágio Interno Complementar
[4] Professora Adjunta do Depto. de Geografia, FFP/UERJ.

Considerando a proximidade das estações pluviométricas analisadas em relação às bacias hidrográficas que convergem para São Gonçalo ou que situam-se dentro do município, verifica-se um considerável aporte de água que concorre para a formação de enchentes no referido município.

INTRODUÇÃO

O Município de São Gonçalo e área de entorno sofreram um processo de ocupação desordenado e desprovido de um projeto de urbanização. Além disso, a área aqui estudada possui amplos terrenos de baixada e seus rios deságuam na Baía de Guanabara, que sofre oscilações de maré até 140cm (segundo a Diretoria de Hidrografia e Navegação/DHN). A conjugação desses fatores cria condições propícias aos eventos de enchentes que ocorrem com freqüência em São Gonçalo. Os transtornos causados por tais eventos, na maioria das vezes, atingem a população de baixa renda.

A grande dificuldade em formular ações que diminuam os danos causados pela chuva está intimamente ligada à escassez de dados relativos à mesma no município. Não há um estudo detalhado sobre o assunto para verificar os pontos críticos e, a partir daí, formular propostas de medidas preventivas. Estudos realizados por outros autores já levantaram que os problemas climáticos e ambientais gerados pela urbanização desprovida de planejamento, onde a satisfação de necessidades básicas da população não está sincronizada com o crescimento populacional, seria determinante para a ocorrência de problemas ambientais, principalmente enchentes (BRANDÃO & MENEZES, 1995).

Em seus estudos sobre a situação de calamidade no Vale do Itajaí (SC), Fraga (2003) mostra que o problema das enchentes vem se repetindo pela combinação de vários fatores, como dificuldades técnicas, desmatamento e ocupação de áreas impróprias para a construção. Assim como no Vale do Itajaí, a população de São Gonçalo também sofre com a incompatibilidade entre os sistemas social e natural.

Considerando toda essa problemática das enchentes, a caracterização da variabilidade espacial, temporal e sazonal da precipitação se torna fundamental para o município de São Gonçalo. Segundo Defune & Kosolowiski (1995), estas oscilações precisam ser identificadas para viabilizar ações de planejamento e organização da cidade, tais como dimensionamento de galerias pluviais e preservação de áreas permeáveis para a infiltração da água precipitada em períodos mais chuvosos, entre outras. Deste modo, haveria condições de minimizar os transtornos advindos das enchentes, que afetam as atividades humanas, desde as mais simples até as mais complexas.

Neste sentido, este trabalho tem o objetivo de caracterizar a precipitação numa perspectiva espaço-temporal com base em séries históricas (1968-2002) de estações pluviométricas situadas no entorno de São Gonçalo (RJ). Ressalta-se que o presente trabalho reúne uma parte das análises de precipitação realizadas no âmbito do projeto de pesquisa “Análise espaço-temporal de episódios de enchentes na região do município de São Gonçalo (RJ)”, que se iniciou em 2004, no Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores/UERJ.

ÁREA DE ESTUDO

O recorte espacial abrange o município de São Gonçalo e área de entorno, considerando que a dinâmica das bacias hidrográficas extrapola o município.

São Gonçalo é um dos municípios que compõem a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, situando-se na latitude de 22º49’30’’ S e longitude 43º02’30’’ W. Apresenta limites com os municípios de Itaboraí (ao norte e leste), Niterói (sul) e Maricá (sudeste), possuindo ainda litoral voltado para a Baía de Guanabara, limitando-o a oeste.

De forma geral, o clima no município é quente e úmido, com chuvas concentradas no verão. O outono e o inverno são estações menos quentes e de baixo índice pluviométrico.

Em todo o município o processo de devastação da vegetação é muito antigo. O ecossistema florestal ao longo do tempo sofreu grandes perdas, encontrando-se atualmente bastante degradado. A distribuição da cobertura vegetal do Município compreende dois tipos de formação: as Áreas de Formação Pioneira, com influência fluvio-marinha (Mangue), e as Áreas de Vegetação Secundária, originalmente ocupadas pela Mata Atlântica.

O amplo desmatamento relaciona-se à intensa ocupação urbana, que, segundo CIDE (2001), recobre 41,3% da área do município. Outras formas de uso, como a pastagem (compreende 12% da área do município), são realizadas de modo impróprio, contribuindo para a degradação ambiental de São Gonçalo.

Por meio de imagem de satélite e fotografias aéreas recentes, verifica-se a expansão da urbanização em áreas de preservação ambiental – manguezal situado ao norte do município e APA do Engenho Pequeno, além de vertentes com cotas acima de 75m de vários morros.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Um dos maiores problemas encontrados para realizar as análises foi a ausência de estações pluviométricas fixadas no território gonçalense. Por isso, foram selecionadas estações situadas no entorno do município (Tabela 1 e Figura 1). Estas são operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-Serviço Geológico do Brasil (CPRM-SGB) e registram dados diários de precipitação.

Tabela 1: Estações pluviométricas empregadas para as análises de precipitação.

Código da Estação		Nome da Estação	Município
Oficial	Referência		
2242010	10	Manuel Ribeira	Marica
2242011	11	Est. Imunana	Magé
2242012	12	Represa do Paraíso	Magé
2242013	13	Fazendo do Carmo	Cach. de Macacu
2242014	14	Japuíba	Cach. de Macacu
2242016	16	Faz. São Joaquim	Cach. de Macacu

Figura 1: Localização das estações pluviométricas utilizadas no presente trabalho.

A partir dos dados diários da série histórica de 1968-2002, foram realizados os seguintes procedimentos:

a) cálculos da precipitação anual, precipitação mensal, média da precipitação mensal e anual para a caracterização sazonal;

b) avaliação temporal da série histórica com os totais pluviométricos anuais;

c) cálculo do desvio da precipitação anual em relação à média do período;

d) seleção de anos-padrão positivos (precipitação anual acima da média histórica), negativos (precipitação anual abaixo da média histórica) e habituais (precipitação anual próxima à média histórica); ressalta-se que as estações pluviométricas tiveram anos-padrão diferenciados;

e) avaliação da variação espacial da chuva com base na precipitação anual;

f) cálculo da freqüência de classes de chuva, adotando-se classes recomendadas pelo INMET, sendo estas 0,01-2,5mm, 2,5-5mm, 5-10mm, 10-15mm, 15-25mm, 25-50mm, 50-100mm e >100mm.

A freqüência de classes de chuva foi calculada para a série histórica e para os anos-padrão de cada estação pluviométrica. Para facilitar a visualização das diferenças das classes entre as estações analisadas, as classes de chuva foram agrupadas da seguinte forma: as três primeiras classes de chuva (0,01-2,5mm, 2,5-5mm e 5-10mm) foram consideradas como chuvas fracas, as classes entre 10mm e 25mm foram denominadas chuvas moderadas, e as classes acima de 25mm foram chamadas de chuvas fortes.

RESULTADOS

Com base nas médias mensais foi constatado um regime de chuva tipicamente tropical. Os meses de dezembro, janeiro e março foram os anos mais chuvosos, com médias de 278,7mm; 256,9mm e 206,8mm, respectivamente. Os meses de julho, junho e agosto apresentaram valores de precipitação bem menores, respectivamente 66,5mm; 68,4mm e 74,7mm.

A variação sazonal das chuvas foi evidenciada através da soma das médias dos três meses relativos a cada estação do ano (Figura 2). Percebeu-se que, apesar da distância espacial entre as estações meteorológicas, houve pouca diferença na porcentagem da pluviosidade sazonal. Somente a estação 10 demonstrou uma distribuição mais equilibrada da chuva entre as estações do ano.

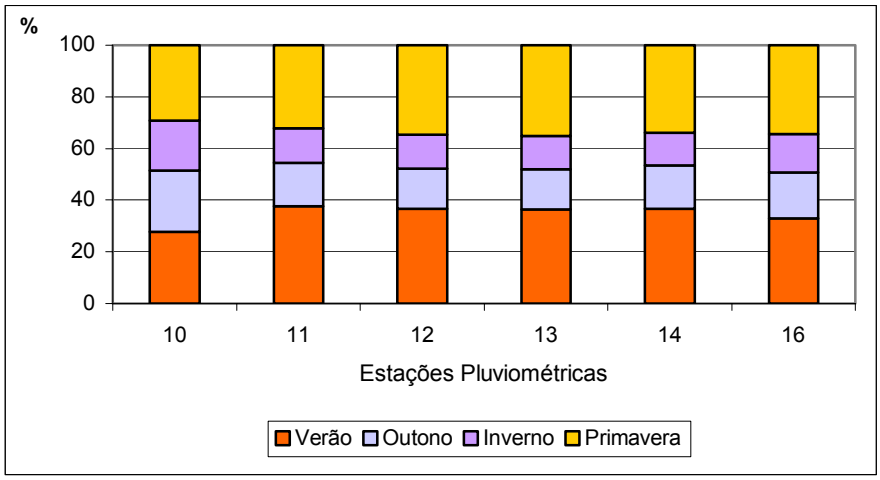


Figura 2: Variação sazonal da precipitação para cada estação pluviométrica analisada.

Apesar dessas pequenas diferenças, constatou-se que as estações do ano mais chuvosas na área de estudo foram o verão e a primavera, quando ocorreu cerca de 37% e 34% das chuvas, respectivamente. O inverno foi a estação mais seca, concentrando apenas 13% da precipitação, seguido do outono, que correspondeu à cerca de 17% da precipitação anual.

A análise da série histórica (1968 a 2002) demonstrou uma variação temporal da precipitação, identificando-se três períodos distintos: 1968-1980; 1981-1996 e 1997-2002. O período de 1981-1996 caracterizou-se pela maior quantidade de precipitação em relação aos demais, exceto na estação pluviométrica 16 (Figura 3).

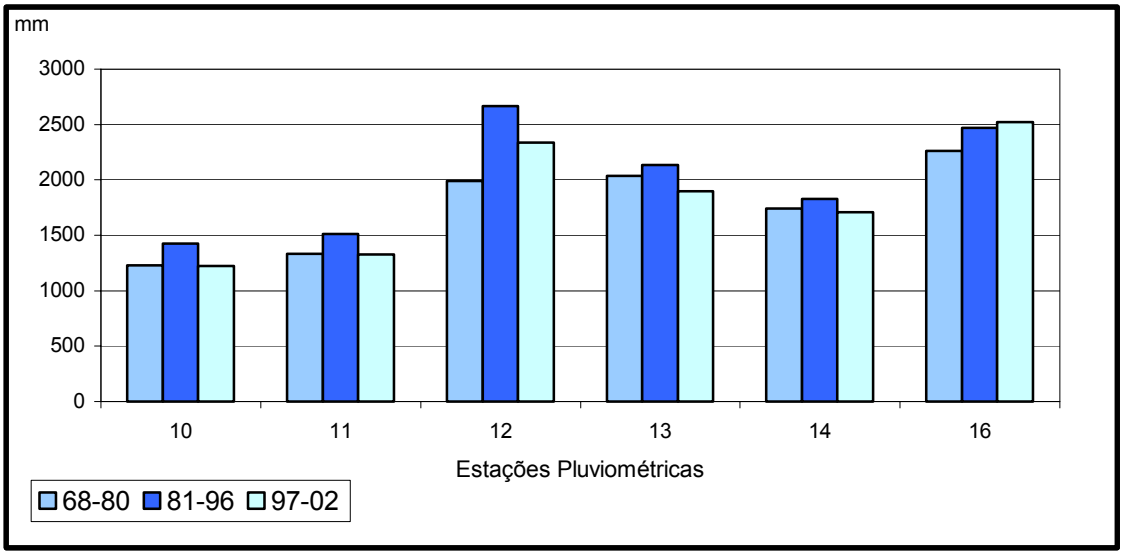


Figura 3: Três períodos distintos identificados a partir da precipitação anual.

O cálculo de desvio da precipitação anual em relação à média histórica apontou, com mais clareza, as diferenças entre as pluviosidades anuais na série histórica. Por meio da figura 4, constatou-se o predomínio de anos com desvio negativo no primeiro período (1968-1980), maior número de anos com precipitação bem acima da média no segundo (1981-1996) e uma seqüência de anos com desvios negativos em relação à média, especialmente entre 1999 e 2002.

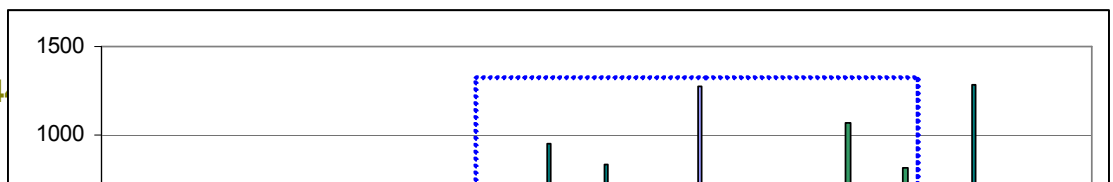


Figura 4: Desvio da precipitação anual em relação à média da série histórica analisada.

A partir do gráfico da figura 4, foram selecionados os anos-padrão positivos, negativos e habituais para cada estação pluviométrica (Tabela 2).

Tabela 2: Anos-padrão selecionados para cada estação pluviométrica.

Estações	Anos-Padrão		
	Positivos	Negativos	Habituais
10	1987 e 1995	1968 e 1994	1996 e 1999
11	1988 e 1995	1970 e 1984	1990 e 1986
12	1994 e 1996	1978 e 2002	1969 e 1999
13	1971 e 1985	1993 e 2000	1990 e 1976
14	1988 e 1994	1974 e 1977	1968 e 1987
16	1993 e 1998	1970 e 1977	1968 e 1987

Com base no cálculo da média da precipitação anual de cada estação pluviométrica, verificou-se que há uma expressiva variação espacial da precipitação na área em estudo (Figura 5). As estações 10 e 11 foram as que apresentaram as menores quantidades de chuva, com média anual de 1316mm e 1413mm, respectivamente. De forma inversa, as estações 12 e 16 apresentaram média de precipitação anual bem elevada, com valores acima de 2300mm. As estações 13 e 14 possuem médias com valores intermediários, respectivamente 2058mm e 1774mm.

Tais diferenças de valores provavelmente estão ligados à altitude e à posição das estações pluviométricas no relevo, sendo que as estações 12 e 16 situam-se nos locais mais elevados (acima de 200m de altitude).

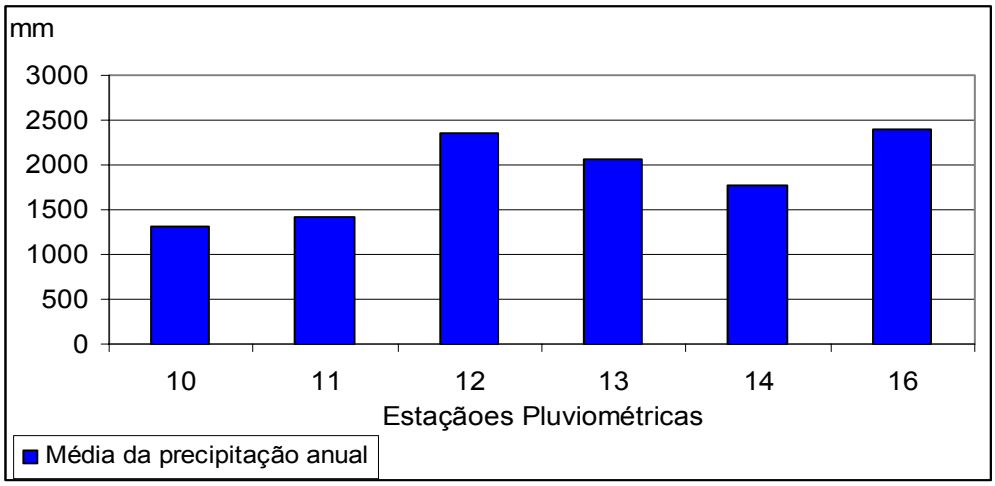


Figura 5: Média da precipitação anual das estações pluviométricas analisadas.

A análise de freqüência de classes de chuva para a série histórica também evidenciou as diferenças espaciais colocadas anteriormente (Figura 6). Neste sentido, as estações 10 e 11, que registraram os menores totais pluviométricos mensais e anuais, tiveram como predominantes as classes de chuva mais fracas (até 5mm/24h), além de menor ocorrência de chuvas intensas (acima de 25mm/24h), em comparação às demais estações.

As estações 13 e 14 apresentaram percentuais de classes semelhantes entre si. De forma geral, as chuvas muito fracas (até 5mm/24h) variaram entre 33 e 37%, enquanto as chuvas fortes (acima de 25mm/24h) tiveram freqüência de até 20%.

A maior pluviosidade registrada nas estações 12 e 16 relaciona-se à alta freqüência de chuvas fortes e moderadas. Esta relação foi constatada pelo percentual relativamente elevado das classes >100mm, 50-100mm, 25-50mm e 15-25mm, contrastando com os menores valores das classes 0,01-2,5mm e 2,5-5mm (chuvas muito fracas).

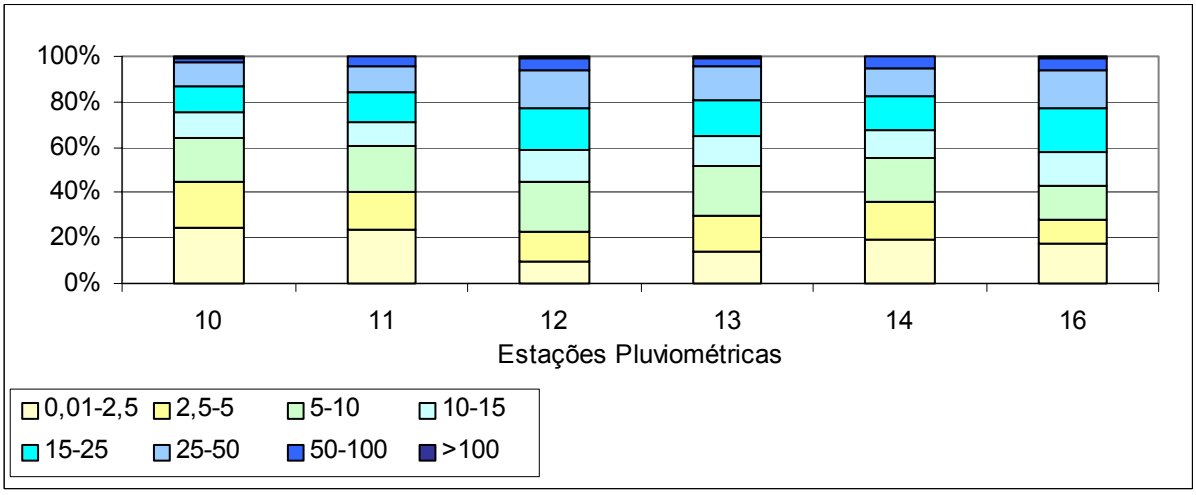
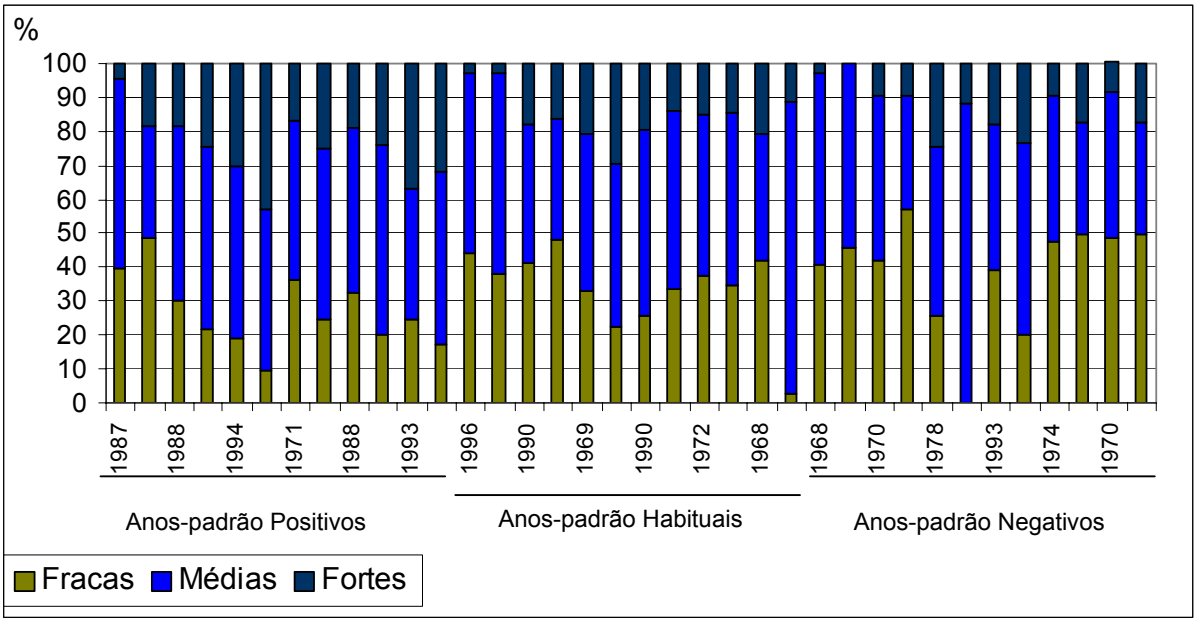


Figura 6: Freqüência de classes de chuva calculada para a série histórica de cada estação pluviométrica.

A análise de freqüência de classes de chuva para os anos-padrão selecionados de cada estação pluviométrica evidenciou a tendência de anos (e estações pluviométricas) mais chuvosos se caracterizarem por precipitações mais fortes (Figura 7). A variação espacial comentada anteriormente também ficou configurada nesta análise. Neste sentido, as estações 10 e 11, que registraram os menores índices pluviométricos, apresentaram os maiores percentuais de chuvas diárias fracas (entre 0,01 e 10mm) nos anos-padrão

positivos e habituais. No entanto, esta tendência não foi verificada nos anos-padrão negativos, quando outras estações apresentaram percentuais mais elevados de chuva fraca.



De forma inversa, as estações 12 e 16, as com os maiores índices pluviométricos, apresentaram uma elevada freqüência de chuvas fortes, especialmente nos anos-padrão positivos e habituais. As estações 13 e 14 continuaram mantendo suas posições intermediárias, quando considera-se a freqüência de classes dos anos-padrão.

Nesta análise observou-se que os anos-padrão negativos apresentaram resultados desconexos em relação aos anos positivos e habituais. A estação 12, por exemplo, não registrou em 2002 (ano-padrão negativo) nenhuma classe de chuva fraca, havendo, por outro lado, o domínio absoluto de chuvas moderadas. As estações 13 e 14, que apresentaram comportamentos semelhantes entre si em outras análises, destoaram significativamente nos percentuais de chuvas fracas e moderadas.

CONCLUSÃO

Foram constatadas variações na perspectiva espacial e na temporal nos dados de chuva das estações pluviométricas selecionadas para o presente estudo. Considerando-se a série histórica de 1968 a 2002, identificou-se 3 períodos distintos caracterizados por maiores e menores totais de precipitação anual. Tal variação temporal foi confirmada nas outras análises realizadas, destacando-se o desvio da precipitação anual em relação à média histórica. Neste caso, o período considerado mais chuvoso (1981-1996) apresentou maior quantidade de desvios positivos, os quais também foram mais acentuados do que os desvios negativos.

A variação espacial observada certamente é um reflexo da posição das estações na paisagem regional (altitude e morfologia do relevo). As diferenças espaciais foram evidenciadas em praticamente todas as análises realizadas. Neste sentido, as estações pluviométricas 12 e 16 se caracterizaram por totais pluviométricos anuais mais elevados, relacionados à maior freqüência de classes de chuvas fortes (acima de 25mm/24h).

Os anos-padrão negativos apresentaram resultados de freqüência de classes de chuva fora dos padrões verificados na perspectiva da variação espacial. Houve uma expressiva irregularidade no percetual das classes de chuvas, caracterizando um comportamento muito atípico nos anos-padrão negativos.

Ressalta-se que as análises aqui apresentadas compreendem o início de um projeto de pesquisa, no qual pretende-se conhecer e caracterizar a precipitação que contribui para a formação de enchentes em São Gonçalo e municípios vizinhos. Outras estações pluviométricas estão sendo inseridas nas análises com o intuito de aprofundar os conhecimentos acerca da precipitação no leste da Baía de Guanabara.

REFERÊNCIAS

BRAGA, M. C. **Município de São Gonçalo e sua história**. São Gonçalo: Edição Independente, 1997.

BRANDÃO, A. M. P. M. & FIALHO, E. S. As chuvas e a (des) organização do espaço urbano carioca**. Geo UERJ Revista do Departamento de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 8, p. 39-53, 2000.

BRANDÃO, A. M. P. M. & MENEZES, P. C. P. Um Estudo do Evento Fluvial de 09 de Junho de 1994 na Cidade do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6, Goiânia. **Anais**... Goiânia:UFG, 1995. p.78-83.

CIDE. **Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro**. 2001.

DEFUNE, G. & KOSLOWSKI, E.S. Variabilidade Mensal e Interanual das Precipitações Pluviométricas de Maringá – PR 1976/1994. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG**,** 1995. p.142-146.

FRAGA, C. N. Clima, Gestão do Território e Enchentes no Vale do Itajaí-SC. **Terra Livre,** São Paulo, v. 1, n. 20, p.159-170, 2003.